



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 102 56 250 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 05 K 3/34**  
B 23 K 1/012

21 Aktenzeichen: 102 56 250.4  
22 Anmeldetag: 29. 11. 2002  
43 Offenlegungstag: 21. 8. 2003

DE 102 56 250 A 1

30 Unionspriorität:  
10-007485 03. 12. 2001 US

71 Anmelder:  
Visteon Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,  
US

74 Vertreter:  
Dr. Heyner & Dr. Sperling Patentanwälte, 01217  
Dresden

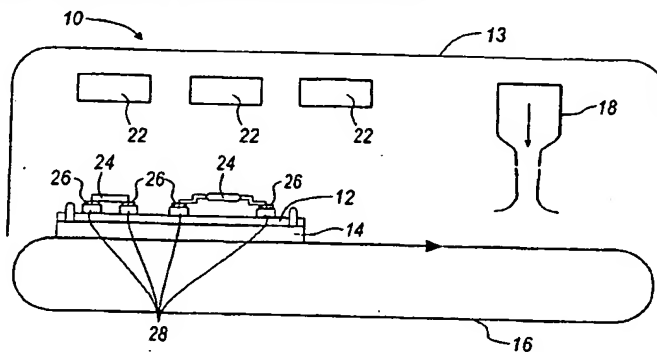
72 Erfinder:  
Goenka, Lakhi N., Ann Arbor, Mich., US; Sinkunas,  
Peter Joseph, Canton, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 System und Verfahren zum Montieren elektronischer Komponenten auf flexible Substrate

57 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein System und ein Verfahren zum Aufschmelzen eines Lots zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat, das eine niedrige Erweichungstemperatur hat. Das System (10) beinhaltet einen Ofen (13) zum Vorwärmen (22) des Substrats (12) und der Vielzahl auf ihm befestigter elektronischer Komponenten (24). Eine Zusatzheizquelle (18) zum Abgeben zusätzlicher Wärmeenergie zum Aufschmelzen eines Lots (26) und eine Palette (20) zum Abstützen des Substrats (12) ist im Ofen (13) angeordnet, wobei die Zusatzheizquelle (18) einen Strahl von Heißgas erzeugt, das quer über das Substrat (12) strömt.



DE 102 56 250 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und Verfahren zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden elektronischer Komponenten mit flexiblen Substraten, die eine niedrige Erweichungstemperatur haben.

#### Hintergrund der Erfindung

[0002] Es ist im Stand der Technik gut bekannt, elektronische Komponenten auf feste und flexible Leiterplatten zu montieren. Typischerweise wird Lötpaste auf die Leiterkontaktstellenbereiche der festen und flexiblen Substrate aufgetragen. Anschließend werden Komponenten in den Leiterkontaktstellenbereichen mit ihren Anschlusspunkten in Kontakt mit der Lötpaste plaziert. Das Substrat wird dann relativ hohen Temperaturen zur Aktivierung der Lötpaste ausgesetzt, die schmilzt und anschließend erstarrt, wobei die Komponenten auf dem Substrat gebondet und elektrisch leitend angeschlossen werden. Die flexiblen Substrate sind typischerweise aus Polyimid gefertigt, das bei hohen Temperaturen eine gute Stabilität zeigt. Viele Folienmaterialien, einschließlich Polyester, haben sich für Oberflächenmontagekomponenten nicht bewährt, und zwar in erster Linie, weil sie unzureichende Wärmebeständigkeit und Formstabilität aufweisen, wenn sie den zum Aufschmelzen des Lots erforderlichen Temperaturen ausgesetzt sind.

[0003] Ein Verfahren zum Montieren von Komponenten auf flexiblen Polyestersubstraten mit niedrigen Erweichungstemperaturen ist von Annable im US-Patent 5,898,992 aufgezeigt worden. Das flexible Substrat ist auf einem Trägerstützelement befestigt. Über dem Substrat ist eine Abdeckung angebracht. Die Abdeckung hat Öffnungen entsprechend den Komponentenorten und bildet mit dem Träger eine Trägerbaugruppe. Auf die Leiterbereiche des Substrats, die Komponentenkontaktstellen haben, wird Lötpaste aufgebracht. Anschließend werden elektronische Komponenten mit ihren Anschlusspunkten in Kontakt mit der Lötpaste auf dem Substrat positioniert. Die Trägerbaugruppe wird dann in einem Aufschmelzofen auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes der Lötpaste vorgewärmt. Anschließend wird die Baugruppe unter Verwendung einer Zusatzheizquelle, wie z. B. einem Heißgasstrahl, einem schnellen Temperaturanstieg unterworfen. Die Abdeckung schirmt das Substrat gegen die hohen Aufschmelztemperaturen ab und minimiert die Verformung des flexiblen Substrats während des Aufschmelzens.

[0004] Obwohl der Stand der Technik die vorgesehenen Ziele zu erreichen gestattet, sind wesentliche Verbesserungen vonnöten. Zum Beispiel wäre es wünschenswert, eine Spezialabdeckung zur Abschirmung spezieller Gebiete des Substrats gegen durch den Gasstrahl erzeugte Wärme überflüssig zu machen.

#### Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Erfindungsgemäß wird ein System zum Aufschmelzen eines Lot zwecks Verbinden einer Vielzahl von elektronischen Komponenten mit einem Substrat bereitgestellt, wobei das System umfasst:

- einen Ofen zum Vorwärmen des Substrats und der Vielzahl von darauf angeordneten elektronischen Komponenten;
- eine im Ofen angebrachte Zusatzheizquelle zum Bereitstellen zusätzlicher Wärmeenergie zum Aufschmel-

zen des Lots, wobei die Zusatzheizquelle einen Heißgasstrahl erzeugt, der quer über das Substrat strömt und - eine Palette zum Abstützen und zum Absorbieren der Wärme vom Substrat.

[0006] In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Zusatzheizquelle eine im Ofen positionierte Düse, wobei die Düse eine Vielzahl von Rippen zum Leiten des Heißgases quer über das Substrat aufweist.

[0007] In einer anderen Ausgestaltung sind eine Palette und eine Abdeckung aus einem geeigneten leitfähigem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit, wie z. B. wärmebeständiger Kohlefaserverbundwerkstoff, gefertigt. Andere Materialien für die Palette enthalten eine dünne, mit einem glasgefüllten Epoxid, wie z. B. FR4, hinterlegte Kupferschicht.

[0008] Die Schaltungsleiter auf dem Substrat sind vorzugsweise aus Kupfer. Ausgewählte Bereiche der Leiter, Komponentenkontaktstellen genannt, sind mit einer Deckschicht, wie z. B. Zinn oder Tauchsilber, versehen, um das Löten auf den Kontaktstellen zu erleichtern. Die Räume zwischen den Leiterbereichen des Substrats können mit elektrisch isolierten Kupferbereichen, die dieselbe Dicke wie die Leiterbereiche haben, ausgefüllt sein. Diese Kupfergebiete schirmen außerdem das Substrat während des Aufschmelzens durch selektives Absorbieren der Wärme im Aufschmelzprozess ab.

[0009] Die Komponenten können sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite des Substrats montiert werden. Bei einem solchen Substrat wird der Aufschmelzprozess für die zweite Seite wiederholt. Zur Unterbringung der Komponenten auf der ersten Seite des Substrats hat die Palette geeignete Hohlräume.

[0010] Die flexible Schaltung kann mehr als zwei Ebenen von Schaltungsleitern umfassen, üblicherweise bezeichnet als mehrlagige Schaltungen. Für diese Schaltungen werden zwei oder mehr Lagen von Substratfolie verwendet und mit einem geeigneten Kleber miteinander verbunden, um vier oder mehr Leitebenen zu schaffen.

[0011] Es kann eine beliebige geeignete Lötpastenzubereitung verwendet werden, vorausgesetzt sie kann bei einer geeigneten Temperatur aktiviert werden. In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung hat eine geeignete Lötpaste eine Schmelztemperatur von 183°C bei einer Zusammensetzung von 63% Zinn und 37% Blei. Andere Lötpastenzusammensetzungen sind bleifreie Lote, die Legierungen von Zinn, Silber und Kupfer sind, aber höhere Schmelztemperaturen von über 220°C haben.

[0012] In einer noch anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann eine Zusatzheizquelle, die zum Aktivieren der Lötpaste verwendet wird, durch einen oder mehrere Heißgasströme bereitgestellt werden, die auf die exponierten Substratgebiete gerichtet sind. Geeigneterweise breitet sich der Heißgasstrahl quer über der Breite des Substrats aus.

[0013] Ebenfalls erfindungsgemäß bereitgestellt wird ein Verfahren zum Aufschmelzen von Lot zum Verbinden einer Vielzahl von elektronischen Komponenten mit einem Substrat, wobei das Verfahren umfasst:

- Einsetzen des Substrats in einen Ofen;
- Vorwärmen des Substrats und der Vielzahl von darauf angeordneten elektronischen Komponenten;
- Bereitstellen zusätzlicher Wärmeenergie zum Aufschmelzen des Lots unter Verwendung einer im Ofen angeordneten Zusatzheizquelle;
- Erzeugen eines Heißgasstroms unter Verwendung der Zusatzheizquelle, wobei das Gas quer über das Substrat strömt und

– Abstützen des Substrats durch eine Palette, wobei die Palette Wärme vom Substrat absorbiert.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0014] Die Erfindung wird im Folgenden lediglich über Beispiele und mit Bezug auf die entsprechenden Zeichnungen beschrieben, in denen ist bzw. sind:

[0015] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem auf einer Palette montierten flexiblen Substrat;

[0016] Fig. 2a–2b eine Schnittdarstellung und Draufsicht einer Vorzugsausgestaltung einer erfindungsgemäßen Phasenübergangspalette;

[0017] Fig. 3a–3d Schnittdarstellungen einer erfindungsgemäßen Phasenübergangspalette mit einem flexiblen Substrat, auf dem auf beiden exponierten Flächen elektronische Komponenten montiert sind;

[0018] Fig. 4a–4b schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Schablone;

[0019] Fig. 5 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Gruppe von Heißgasdüsen;

[0020] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Infrarot-(IR-)Lichtquelle;

[0021] die Fig. 7a–7b schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Schutzabdeckung;

[0022] Fig. 8 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Palette mit Heizrohren;

[0023] Fig. 9 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Palette mit thermoelektrischen Kühlern;

[0024] Fig. 10 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems zum Aufschmelzen von Lot zum elektrisch leitenden Verbinden von elektronischen Komponenten mit einem flexiblen Substrat unter Verwendung einer Gasdüse mit Rippen zum Leiten des Gases in einer Querrichtung; und

[0025] Fig. 11 eine Schnittdarstellung der in Fig. 10 gezeigten Gasdüse mit Rippen zum Leiten des Gases in eine Querrichtung gemäß der Erfindung.

### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0026] In Fig. 1 ist gemäß der Erfindung ein System 10 zum Aufschmelzen des Lots zum elektrisch leitenden Verbinden elektronischer Komponenten mit einem flexiblen oder halbflexiblen Substrat 12 dargestellt. Darüber hinaus enthält das System 10 eine Palette 14, die ein Mittel zur Ab-

stützung des flexiblen Substrats 12 bereitstellt, ohne die Materialeigenschaften des Substrats zu verschlechtern. Das System 10 enthält zusätzlich einen Aufschmelzofen 13, ein Transportsystem 16, eine Gasdüse 18 und eine Palette 14.

Der Aufschmelzofen hat eine Vielzahl von Heizern 22 zum Vorwärmen des Substrats 12 auf eine gewünschte Vorheiztemperatur. Das Transportsystem 16 ist auf herkömmliche Weise zur Mitwirkung für die Aufnahme von Paletten 14 zum Bewegen sowohl durch den Aufschmelzofen 13 als auch unter der Zusatzheizquelle 18 konfiguriert.

[0027] Die Palette 14 in einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise eine Phasenübergangspalette zum Absorbieren der Wärme während des Lötpasteaufschmelzprozesses zum Verbinden elektronischer Komponenten 24 mit flexiblen Substraten 12 gemäß der Erfindung. Die Phasenübergangspalette 14 ist als Abstützung des Substrats 12 konfiguriert und kooperiert mit dem Transportsystem 16, um das Substrat 12 durch den Ofen 13 zu transportieren. Die Heizer 22 des Ofens 13 wärmen das Substrat 12 vor. Die Lötpaste 26 ist auf Leiterkontaktstellen 28 gedruckt, die auf dem Substrat 12 angeordnet sind, auf dem die Komponenten 24 plaziert werden.

[0028] Nunmehr Bezug nehmend auf die Fig. 2a–2b werden in Übereinstimmung mit der Erfindung eine Draufsicht und ein Schnitt einer Phasenübergangspalette 14 dargestellt. Wie gezeigt, enthält die Palette 14 mindestens einen inneren Hohlraum 40, in dem sich ein Phasenübergangsmaterial 42 befindet. Auf der Palette 14 sind Haltestüfte 44 vorgesehen, um das Substrat 12 flach oder eben auf einer Palettenfläche 46 zu halten. Die Stifte 44 können durch Federn 48 gespannt oder belastet sein, um eine Spannkraft auf das Substrat 12 aufzubringen. In einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann ein Bildrahmen 50 zum Sichern des Substrats 12 auf der Palettenfläche 46 verwendet werden. Der Bildrahmen 50 ist, wie dargestellt, an der Peripherie des Substrats 12 befestigt und sichert sie durch Halten der Kanten des Substrats 12 auf der Palettenfläche 46.

[0029] In einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist eine Phasenübergangspalette 14' dargestellt, die zur Aufnahme eines doppelseitigen Substrats 12' konfiguriert ist, das auf beiden Seiten 60, 62 des Substrats 12' mit elektronischen Komponenten 24' bestückt ist. In mehreren der Schnittdarstellungen hat die Palette 14', wie in den Fig. 3a–3d gezeigt, mindestens einen offenen Hohlraum 64 zum Unterbringen von elektronischen Komponenten 24', die auf der ersten exponierten Fläche 60 des Substrats 12' montiert worden sind. Der offene Hohlraum 64 kann bei Notwendigkeit einer zusätzlichen Abstützung des Substrats 12' mit einem geeignetem Schaum 66 gefüllt sein.

[0030] In einer Vorzugsausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist das Substrat 12' ein Polyesterfolie, die eine Dicke von 76,2 bis 254 µm (0,003 bis 0,010 Zoll) hat. Wie im Stand der Technik bekannt, können Kupferleiter 68 und Lötkontaktstellen 70 auf beiden Seiten 60, 62 des Polyester-Substrats aufgebracht sein. Über die Kupferleiter 68 ist eine geeignete Lötmaske (nicht dargestellt) gelegt, so dass nur die Lötkontaktstellen 70, auf die die Lötpaste 72 gedruckt werden soll, unbedeckt sind. Diese Lötkontaktstellen 70 können eine geeignete Deckschicht, wie z. B. eine organische Deckschicht zum Schutz der Lötflächen vor Oxidbildung, haben. Es können andere Deckschichten, wie z. B. durch Tauchen aufgebracht Silber oder ein galvanischer Überzug aus Zinn, verwendet werden, um die Lötbarkeit der Komponenten 24' auf den Lötkontaktstellen zu steigern.

[0031] Es können Lötpasten 72 mit Blei enthaltenden Zusammensetzungen sowie Lötpasten mit bleifreien Zusammensetzungen verwendet werden. Die Lötpasten, die Blei enthalten, haben im Allgemeinen eine niedrigere Schmelz-

temperatur von etwa 183°C bis 200°C, während bleifreie Lötzusammensetzungen Schmelztemperaturen von etwa 220°C bis 245°C haben.

[0032] Im Einsatz wird, wenn die Palette 14 oder 14' mit dem darauf befestigten Substrat 12 oder 12' durch die Vorwärmzonen im Ofen transportiert wird, die Lötpaste 72 aktiviert und allmählich bis kurz unter ihre Schmelztemperatur erhitzt. Während dieses Prozesses beginnt das Phasenübergangsmaterial 42 Wärme des Ofens 13 als auch des Substrats 12 oder 12' zu absorbieren, was die Temperatur des Substrats absenkt. Das Phasenübergangsmaterial 42 ist so gewählt, dass es einen niedrigeren Schmelzpunkt als der Schmelzpunkt der Lötpaste 72 hat. Wenn das Phasenübergangsmaterial 42 zu schmelzen beginnt, beginnt es eine Wärme- oder Energiemenge gleich der latenten Wärme des Materials zu absorbieren. Als Folge wird die Temperatur des Phasenübergangsmaterials 42 konstant gehalten, bis das Material völlig geschmolzen ist. Deshalb verbessert die Erfindung deutlich die Wärmeabsorptionseigenschaften der Palette 14 oder 14' und hält während des Aufschmelzens der Lötpaste 72 eine abgesenkte Temperatur des Substrats 12 oder 12'.

[0033] In einer Vorzugsausgestaltung der Erfindung hat das Phasenübergangsmaterial 42 eine niedrigere Schmelztemperatur als das Lot 72 und kann aus leitfähigen Metallen, wie z. B. Gallium, Galliumlegierungen oder Legierungen von Blei und Zinn, bestehen. Andere geeignete Phasenübergangsmaterialien enthalten Chlor-Fluor-Kohlenstoffe und ihre Verbindungen.

[0034] Die zusätzliche, von einer Gasdüse 18 erzeugte Wärme wird als fokussierte und konzentrierte Wärmequelle verwendet. Die Gasdüse 18 gibt Wärme an die exponierte Substratfläche über eine kurze Zeitspanne ab. Die Lötpaste 26, Leiterkontaktstellen 28 und Kupferbereiche des Substrats absorbieren vorzugsweise Wärme infolge ihres hohen Wärmeleitvermögens, während das Substrat 12 oder 12' auf einer niedrigeren Temperatur durch die Palette 14 oder 14' gehalten wird, die ihrerseits durch das Phasenübergangsmaterial 42 auf einer niedrigeren Temperatur gehalten wird. Auf diese Weise werden Erweichung und Beschädigung des Substrats 12 oder 12' während des Aufschmelzprozesses verhindert.

[0035] Nachdem sich der exponierte Bereich des Substrats unter der Gasdüse 18 hindurchbewegt hat, fällt die Temperatur der exponierten elektronischen Komponente 24 und des Substrats 12 schnell ab, so dass das aktivierte Lot abkühlt und erstarrt. So wird eine zuverlässige elektrische Verbindung zwischen den Leitern oder Kontaktstellen 28 oder 70 und den Komponenten 24 oder 24' gebildet. Während dieses Prozesses erstarrt auch das Phasenübergangsmaterial 42, so dass die Palette 14 oder 14' zum erneuten Gebrauch bereit ist.

[0036] Bezug nehmend nunmehr auf die Fig. 4a-4b ist eine andere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei der eine Schablone 80 zwischen die Gasdüse 18' und das Substrat 12 oder 12' eingeführt ist. Die Schablone 80 hat eine Vielzahl in ihr angeordneter Öffnungen oder Durchbrüche 82. Die Durchbrüche 82 legen bestimmte Gebiete des Substrats 12' und/oder der Komponenten 24' für die Gasdüse 18' zum Aufschmelzen der Lötpaste 72' frei. Die Schablone 80 schirmt Gebiete des Substrats 12' und/oder Komponenten ab, die nicht dem Gasstrahl ausgesetzt werden sollen. Auf diese Weise wird die Lötpaste in den entsprechenden Gebieten geschmolzen und potenzieller durch Erwärmung des Substrats auf erhöhte Temperaturen hervorgerufener Schaden verhindert. In einer anderen, in Fig. 4a gezeigten Ausgestaltung werden die Palette 14' und die Schablone 80 nicht bewegt, während die Gasdüse zum se-

lektiven Erwärmen der Substratgebiete die Schablone überquert. In einer anderen Ausgestaltung bleibt, wie in Fig. 4b gezeigt, die Gasdüse 18' unbewegt, während sich die Palette 14' und die Schablone 80 unter der Gasdüse 18' bewegen.

5 Diese Ausgestaltung würde mehrere Schablonen zum Erwärmen und Aufschmelzen der gewünschten Gebiete des Substrats und der elektronischen Komponenten erfordern.

[0037] In wiederum einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist ein System 90 zum Aufschmelzen von Lot in Fig. 5 dargestellt. Diese Ausgestaltung enthält das System 90 mit einer Gruppe von Gasdüsen 92, die über einem Transportsystem 94 angeordnet ist. Die Gasdüsen 92 der Gruppe sind computergesteuert und können damit über ein Programm einzeln über eine definierte Dauer aktiviert werden. Die Gasdüsen 92 werden zum Aktivieren und Freigeben von Hochtemperaturgas auf ausgewählte Gebiete eines bestückten Substrats 96 programmiert, um die Lötpaste aufzuschmelzen, wenn sich die Komponenten 98 unter der Gasdüsen-Gruppe 91 vorbeibewegen. Vorzugsweise wird eine nach unten gerichtete Kamera 100 oder ein optischer Scanner zum Lesen eines auf das Substrat 96 aufgedruckten Strichkodes 102 verwendet, um das Substrat 96 zu erkennen und die Ansteuerung der Gasdüsen-Gruppe 91 zu programmieren. Die Gruppe 91 kann aus einer mikrobearbeiteten Siliziumstruktur hergestellt sein und mikrobearbeitete Siliziumventile enthalten. Mit der Gasdüsen-Gruppe 91 können andere selektive Heiztechnologien, wie z. B. ein Softstrahl, angewendet werden. Darüber hinaus bezieht die Erfindung die Anwendung unterschiedlicher Gasdrücke in den einzelnen Gasdüsen innerhalb der Gruppe 91 ein.

[0038] In einer wiederum anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist, wie in Fig. 6 gezeigt, ein System 149 zum Aufschmelzen des Lots unter Verwendung einer IR-Lichtquelle 150 als Zusatzheizquelle 152 dargestellt. In dieser Ausgestaltung ist ein Substrat 152 mit einer für IR-Strahlung undurchlässigen Schutzabdeckung 154 abgedeckt. Die Schutzabdeckung 154 besitzt eine Vielzahl von Durchbrüchen 156 zum Freilegen der elektronischen Komponenten 158, die auf das Substrat 152 zu löten sind. Die IR-Lichtquelle 150 kann zum Erzeugen eines gewünschten Heizeffekts eine Vielzahl von IR-Geräten enthalten. Ferner ist eine Kollimatorlinse 160 zwischen dem IR-Licht 150 und dem bestückten Substrat 152 platziert, um das auf das Substrat 152 gerichtete Licht zu fokussieren. Wenn die Schutzabdeckung 154 in Position ist, wird diese Baugruppe, bestehend aus der Palette 162/Substrat 152/Schutzabdeckung 154, auf dem Transportsystem 16 plziert und durch den Aufschmelzofen 13 transportiert. Die Temperatur des Ofens 13 kann auf eine Temperatur eingestellt sein, die das flexible Substrat 152 nicht beschädigt. Die zusätzliche Wärmeenergie, die zum Aufschmelzen der sich zwischen den elektronischen Komponenten 158 und den Lötkontaktstellen auf dem Substrat befindenden Lötpaste erforderlich ist, wird durch die IR-Lichtquelle 150 bereitgestellt.

55 [0039] Die Fig. 7a-7b stellen eine Schutzabdeckung 200 zum Abschirmen von Teilen des Substrats gegen die aus der Gasdüse 202 ausströmenden heißen Gase dar. In einer Ausgestaltung der Erfindung ist die Schutzabdeckung 200 aus isolierendem Material, wie z. B. FR4-Material, Aluminium oder Ähnlichem, gefertigt. Diese Art Abdeckung kann mit beliebigen der vorherigen Ausgestaltungen entsprechend kombiniert werden.

[0040] Fig. 8 ist die Darstellung eines Schnitts durch die Palette 300. Die Palette 300 stützt ein flexibles Substrat 302 ab, das mit elektronischen Komponenten 304 bestückt ist. Die Palette 300 enthält eine Vielzahl von Heizrohren 306, die die Wärme vom Substrat 302 zu kühleren Bereichen der Palette abziehen. Außerdem stehen die Heizrohre in Kom-

munikation mit den Phasenübergangsregionen 310, die, wie zuvor beschrieben, Phasenübergangsmaterial enthalten. Die Heizrohre und die Phasenübergangsregionen 310 kooperieren zum Kühlen des Substrats 302 und sichern, dass das Substrat nicht beschädigt wird, wenn es der Zusatzheizquelle ausgesetzt ist.

[0041] In einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird, wie in den Fig. 9a-9b gezeigt, eine Palette 400 mit einem thermoelektrischen Kühler 403 zum Absorbieren der Wärme vom Substrat 402 bereitgestellt. Wie in den vorherigen Ausgestaltungen wird eine Zusatzheizquelle für das mit elektronischen Komponenten 404 bestückte Substrat 402 benutzt, um das dazwischen befindliche Lot aufzuschmelzen. Wie in Fig. 9a gezeigt, bezieht die Erfindung eine Gruppe 408 in der Palette 400 angeordneter thermoelektrischer Kühler 403 ein. Die Gruppe 408 kann unabhängig angesteuert und gesteuert werden, um lokale Kühlung zu bieten.

[0042] In einer noch anderen Ausgestaltung der Erfindung wird, wie in Fig. 10 gezeigt, eine Querstrahldüse 500 zum Leiten des heißen Gases quer über das Substrat bereitgestellt. Die Düse 500 ist meist innerhalb des Aufschmelzofens 502 angeordnet, der konventionelle Heizer oder Heizquellen (nicht dargestellt) enthält. Die Heizer sind oberhalb und unterhalb des Substrats angeordnet. Der unteren Heizer im Ofen werden auf einer 5°C bis 15°C niedrigeren Temperatur als die oberen gehalten. Die Düse kann an einer drehbaren Struktur (nicht dargestellt) montiert sein, die das Drehen der Düse ermöglicht, um das Gas aufwärts oder abwärts auf das Substrat zu leiten. Im Einsatz wird ein flexibles Substrat 504 mit einer Vielzahl auf ihm angebrachter Leiterbahnen durch eine gerippte Palette 506, wie z. B. die oben genannten, in den Ofen 502 befördert. Es können andere Paletten verwendet werden, die aus einem einzelnen Material, wie z. B. Glastik, gefertigt oder als Verbundwerkstoff, wie z. B. Aluminium, für die Kontaktfläche und ein Isolator, wie z. B. FR4, für die Rückseite (Unterseite), der Palette hergestellt sind. Der Isolator würde die Wärme von der Unterseite abschirmen, während das Aluminium das Abfließen der Wärme zur Palette bewirkt und die Substrattemperatur niedrig hält. Wie oben gezeigt, hätte die Palette einen Hohlraum zum Aufnehmen der elektronischen Komponenten, die an der anderen Seite des Substrats angebracht sind. Das Substrat 504 und die Palette 506 werden durch den Ofen 502 über ein Transportbandsystem 508 transportiert. Die Geschwindigkeit des Transportbandsystems 508 liegt im Bereich von 4,23 mm/s bis 21,2 m/s (10 Zoll pro Minute bis 50 Zoll pro Minute). Typischerweise hat ein Substrat 504 eine Vielzahl Leiterbahnen (nicht dargestellt), die auf der Oberseite 510 des Substrats 504 angebracht sind. Eine Vielzahl von elektronischen Komponenten 512, wie z. B. Oberflächenmontagekomponenten, sind oben auf den Leiterbahnen platziert, und Lötpaste (nicht dargestellt) ist zwischen den Oberflächenmontagekomponenten und den Leiterbahnen verteilt. Die Düse hat eine Düsenausgangsweite (d) und ist in einem solchen Abstand (1) vom Substrat positioniert, dass das Verhältnis (1/d) kleiner als 14 ist. Dadurch wird sichergestellt, dass die etwa 14 Strahldurchmesser (d) lange zentrale Zone 513 des Heißgasstrahls intakt ist, wenn der Strahl auf das Substrat trifft. Außerdem sichert dies einen besseren Wärmeübergang vom Strahl zum Substrat. Der Heißgasstrahl ist vorzugsweise erwärmte Luft. Das Substrat kann Polyethylenterephthalat mit einer Glasübergangstemperatur von 85°C sein.

[0043] Das mit den elektronischen Komponenten bestückte Substrat wird durch den Ofen 502 transportiert, der die Temperatur des Substrats auf ein vorbestimmtes Niveau, vorzugsweise etwa 130°C, anhebt. Die Düse 500 empfängt

Heißgas, angezeigt durch den Pfeil (i), in einem Temperaturbereich von 200°C bis 500°C. Das Heißgas wird zum weiteren Erwärmen der Komponenten 512, der Lötpaste (nicht dargestellt) und des Substrats 504 auf etwa 250°C über der Breite des Substrats verteilt. Auf diese Weise wird die Lötpaste verflüssigt. Die Konfiguration der Düse sowie die Position der Düse in Bezug auf das Substrat erzeugt, wie unten beschrieben wird, einen gut ausgeprägten Gasstrahl 514. Der Gasstrahl erwärmt nur den gewünschten Abschnitt des Substrats und lässt andere Teile des Substrats unerwärmt. Deshalb verhindert die Erfindung Schäden am Substrat, indem das Heißgas fokussiert und lediglich die gewünschten Teile des Substrats dem Heißgas exponiert werden.

[0044] Fig. 11 ist eine Schnittdarstellung der Düse 500 gemäß der Erfindung. Die Düse 500 enthält ein Düsengehäuse 520. Das Düsengehäuse 520 stützt ein Gasverteilungsrohr 522 an beiden Enden des Rohrs 522 mittels strukturierter Stützglieder 524 und 526 und entlang des mittleren Abschnitts des Rohrs 522 mittels Stützklemmen. Das Verteilungsrohr 522 ist entlang seiner Längsachse kegelförmig, um eine gleichförmige Verteilung des Heißgases am Düsenausgang zu erreichen, und enthält eine Vielzahl von Durchbrüchen, aus denen das Heißgas ausströmt. Ein Paar aus Maschendraht und/oder perforierten Platten bestehendes Gitter 530 und 532 fungiert in Verbindung mit einer Reihe von Flügeln 534, um das Heißgas über das Substrat zu verteilen. Die Flügel 534 sind in einem, bezogen auf die Vertikale progressiv zunehmenden Winkel, vom Zentrum der Düse zu den Enden der Düse angeordnet. Außerdem können die Flügel gekrümmt sein, um den Querstrom des Gases zu erleichtern. Hierbei ist Querstrom definiert als der Strom, der überwiegend senkrecht zur Bewegungsrichtung des Substrats durch den Ofen gerichtet ist. Weiterhin lenkt ein Paar Deflektoren 536 mit dem Radius (c) Luft nach unten zu den Düsenöffnungen 538. Wie durch die Pfeile (f) gezeigt, wird das Heißgas über der Breite (w) des Substrats in Querrichtung verteilt. Dadurch wird ein schmaler Streifen von Heißgas gebildet, der nur entlang eines gewünschten Abschnitts auf das Substrat auftrifft.

[0045] Damit wird der Prozess des Aufschmelzens der Lötpaste zwischen den elektronischen Komponenten und dem Substrat, wie oben beschrieben, durch das Abgleichen der Temperatur im Ofen 502, der Geschwindigkeit des Transportbandsystems 508, der Temperatur des an der Düse 500 austretenden Gases, des Gasdurchsatzes und der Weite des Austritts der Düse 500 und des Abstands der Düse vom Substrat 504 gesteuert. Der richtige Abgleich dieser Parameter durch Anwendung der Erfindung ergibt ein Aufschmelzen der Lötpaste ohne Schädigung des Substrats.

[0046] Obgleich die Erfindung insbesondere in ihren speziellen Ausgestaltungen beschrieben worden ist, gilt es als vereinbart, dass zahlreiche Varianten der Erfindung bei Fachkenntnis denkbar sind und dennoch innerhalb der Lehren der Technologie und der Erfindung verbleiben. Dementsprechend ist die vorliegende Erfindung weit auszulegen und nur durch Umfang und Idee der folgenden Patentansprüche beschränkt.

#### Patentansprüche

1. Ein System zum Aufschmelzen eines Lots zum Verbinden einer Vielzahl elektronischer Komponenten mit einem Substrat, welches besteht aus:  
einem Ofen zum Vorwärmen des Substrats und der auf ihm befestigten Vielzahl von elektronischen Komponenten;  
einer im Ofen positionierten Zusatzheizquelle zum Bereitstellen zusätzlicher Wärmeenergie zum Aufschmel-

zen des Lots, wobei die Zusatzheizquelle einen Strom von Heißgas erzeugt, das quer über das Substrat strömt und einer Palette zu Abstützen und Absorbieren der Wärme vom Substrat.

2. Ein System nach Anspruch 1, wobei die Zusatzheizquelle eine im Ofen positionierte Düse ist, wobei die Düse eine Vielzahl von Flügeln zum Leiten des Heißgases quer über das Substrat besitzt.

3. Ein System nach Anspruch 2, wobei die Flügel unter einem Winkel von 60° bis 65°, bezogen auf eine Oberseite des Substrats, positioniert sind.

4. Ein System nach jedem der vorherigen Ansprüche, wobei die Palette mindestens einen inneren Hohlraum besitzt.

5. Ein System nach jedem der vorherigen Ansprüche, wobei die Düse in einem Abstand (1) über dem Substrat positioniert ist und die Düse eine Ausgangsöffnungsabmessung (d) hat, wobei das Verhältnis (1/d) kleiner als vierzehn ist.

6. Ein Verfahren zum Aufschmelzen des Lots zum Verbinden einer Vielzahl von elektronischen Komponenten mit einem Substrat, das Verfahren umfassend: Einsetzen des Substrats in einen Ofen;

Vorwärmen des Substrats und der Vielzahl von darauf angeordneten elektronischen Komponenten;

Bereitstellen zusätzlicher Wärmeenergie zum Aufschmelzen des Lots unter Verwendung einer im Ofen angeordneten Zusatzheizquelle;

Erzeugen eines Heißgasstrahls unter Verwendung der Zusatzheizquelle, wobei das Gas quer über das Substrat strömt und

Abstützen des Substrats durch eine Palette, wobei die Palette Wärme vom Substrat absorbiert.

7. Ein Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Einsetzen des Substrats in einen Ofen ferner den Transport des Substrats durch den Ofen unter Verwendung eines Förderers umfasst.

8. Ein Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das Transportieren des Substrats ferner die Bewegung des Substrats durch den Ofen mit einer Geschwindigkeit von 4,23 mm/s bis 21,2 mm/s umfasst.

9. Ein Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 8, ferner umfassend die Begrenzung der Wärmeabsorption durch das Substrat zum Vorbeugen der Schädigung des Substrats durch Einstellen einer Geschwindigkeit des Förderers, eines Abstands der Zusatzheizquelle zum Substrat und einer Temperatur des Gases.

10. Ein Verfahren nach Anspruch 9, ferner umfassend die Bereitstellung eines im Hohlraum angeordneten Phasenübergangsmaterials zum Absorbieren der Wärme von der Palette.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

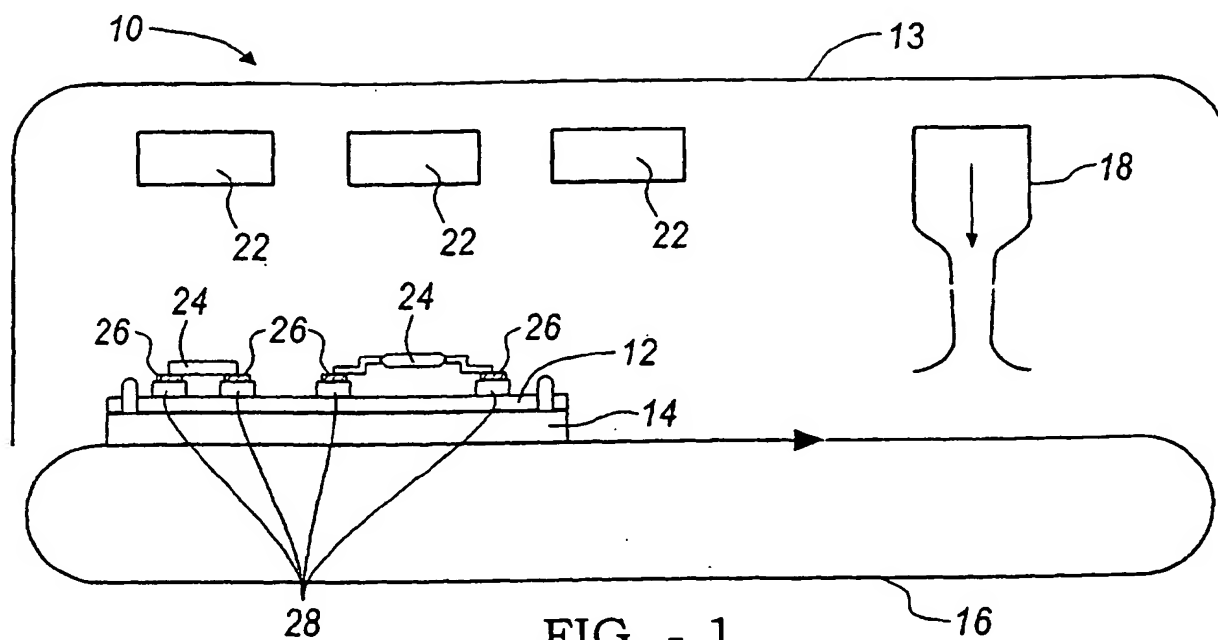


FIG. - 1

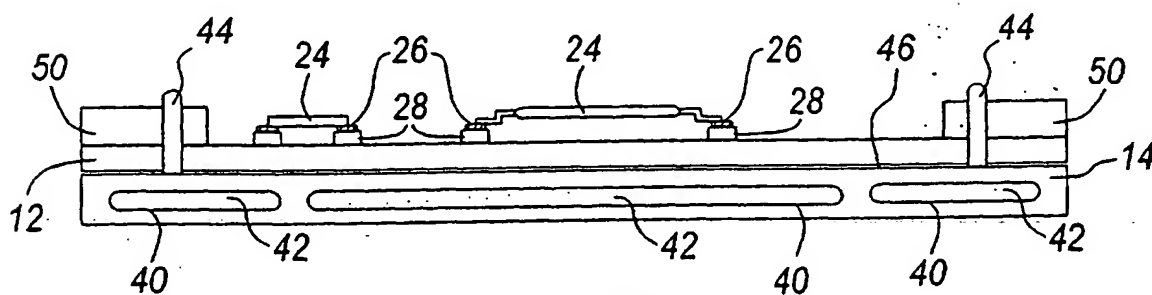


FIG. - 2b

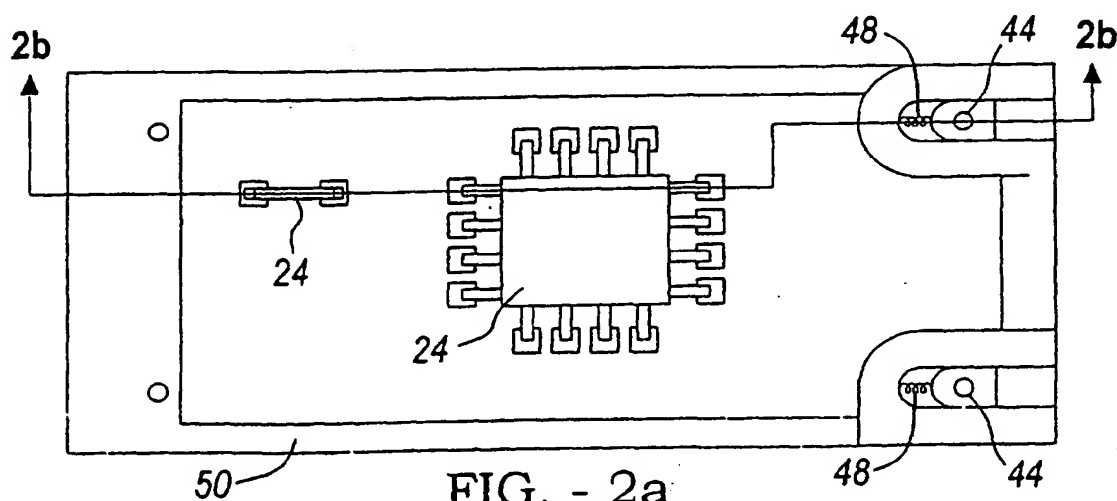
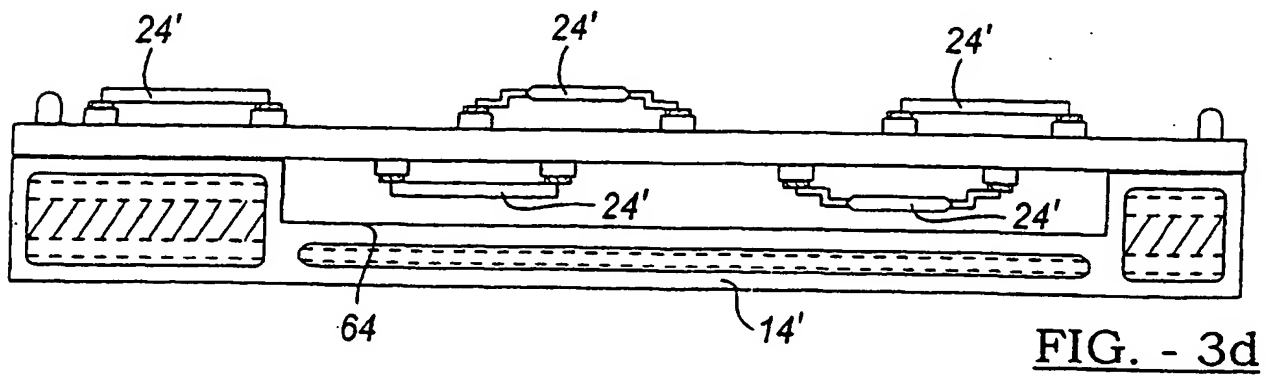
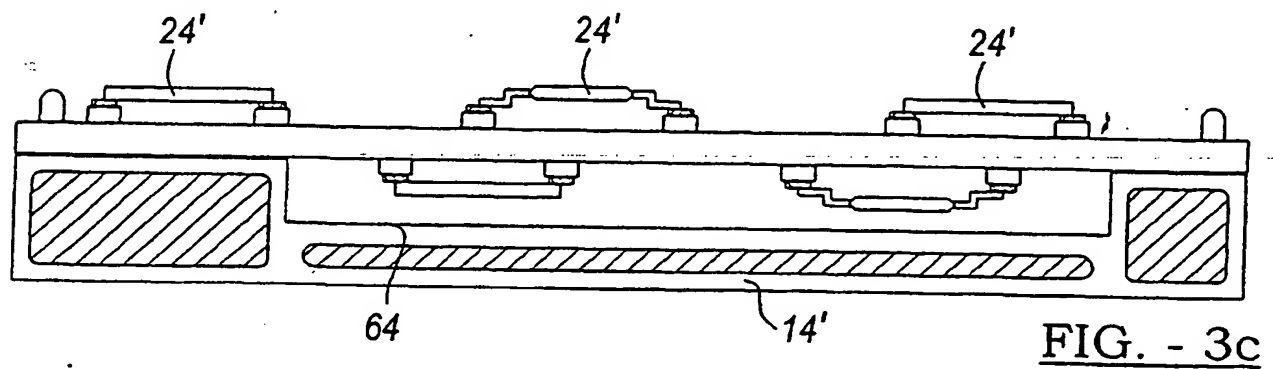
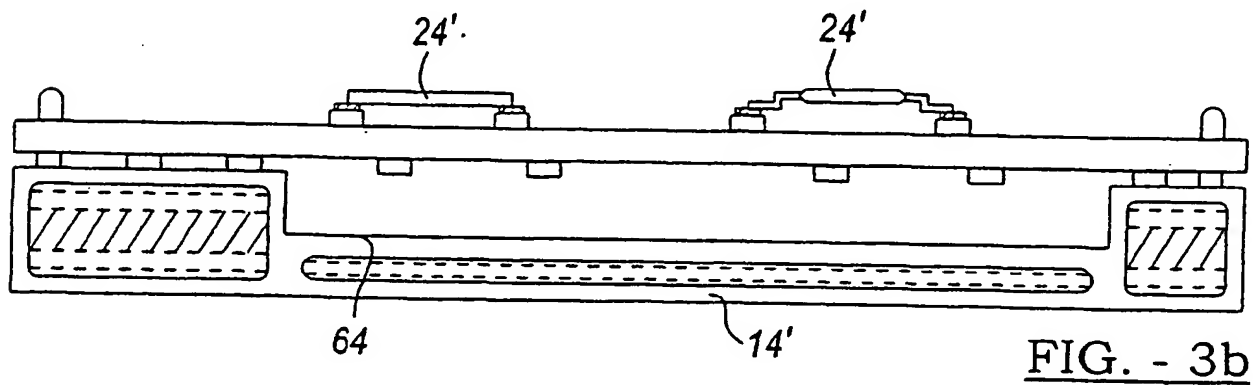
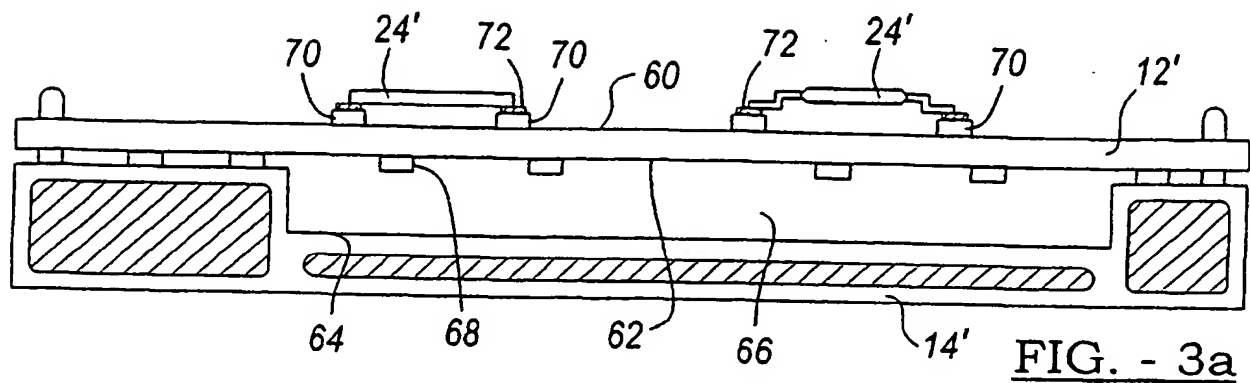


FIG. - 2a





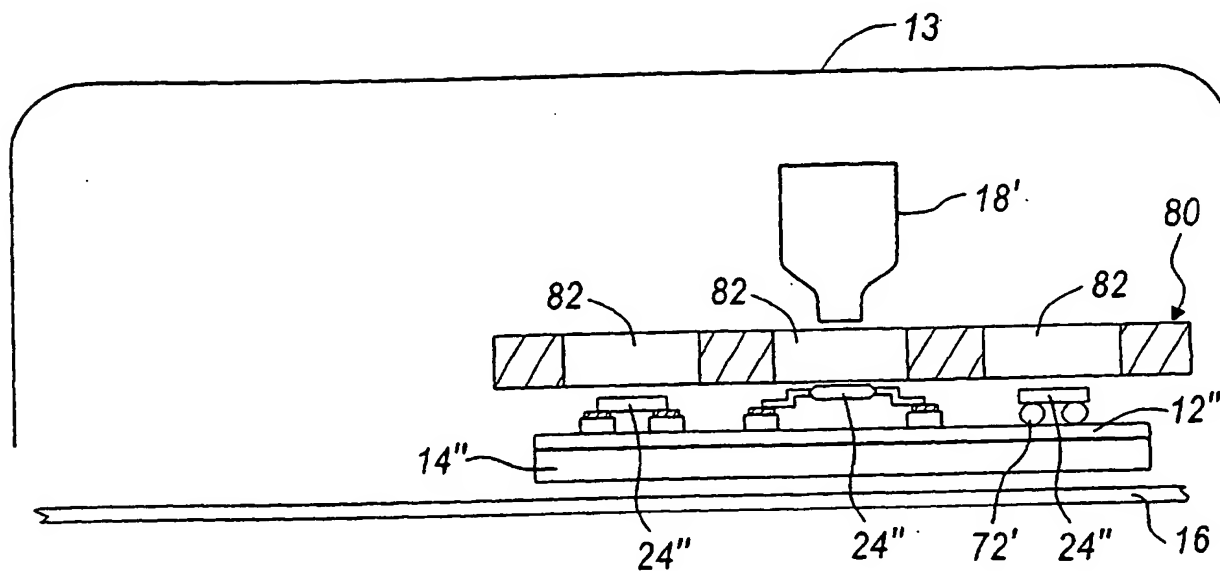


FIG. - 4a

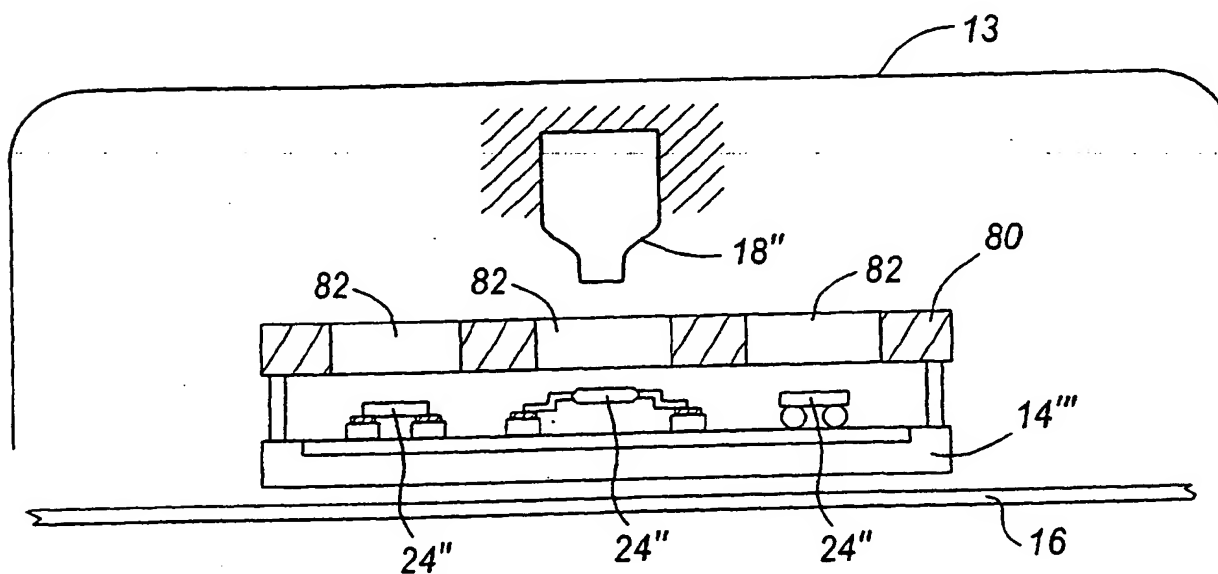


FIG. - 4b

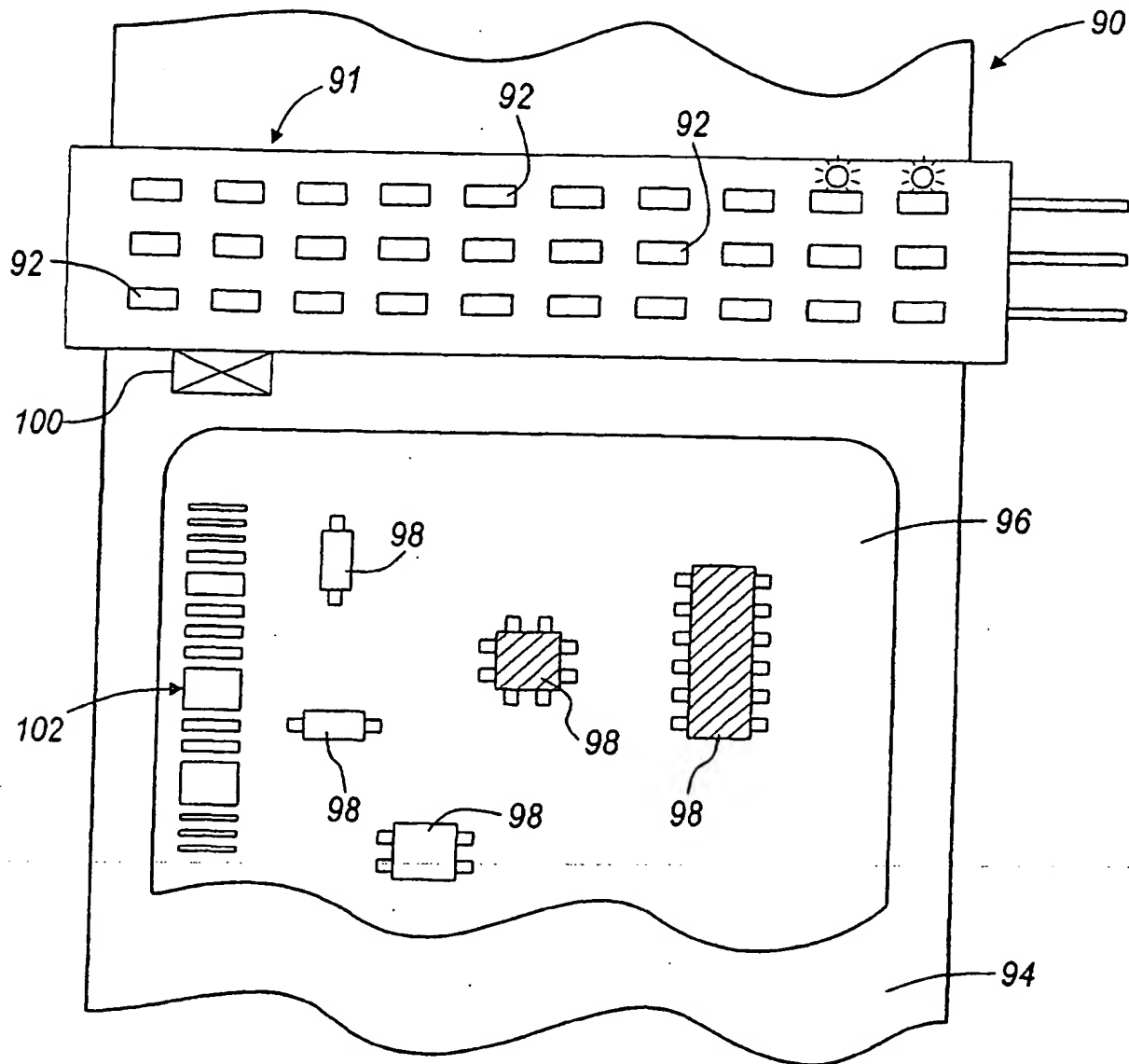
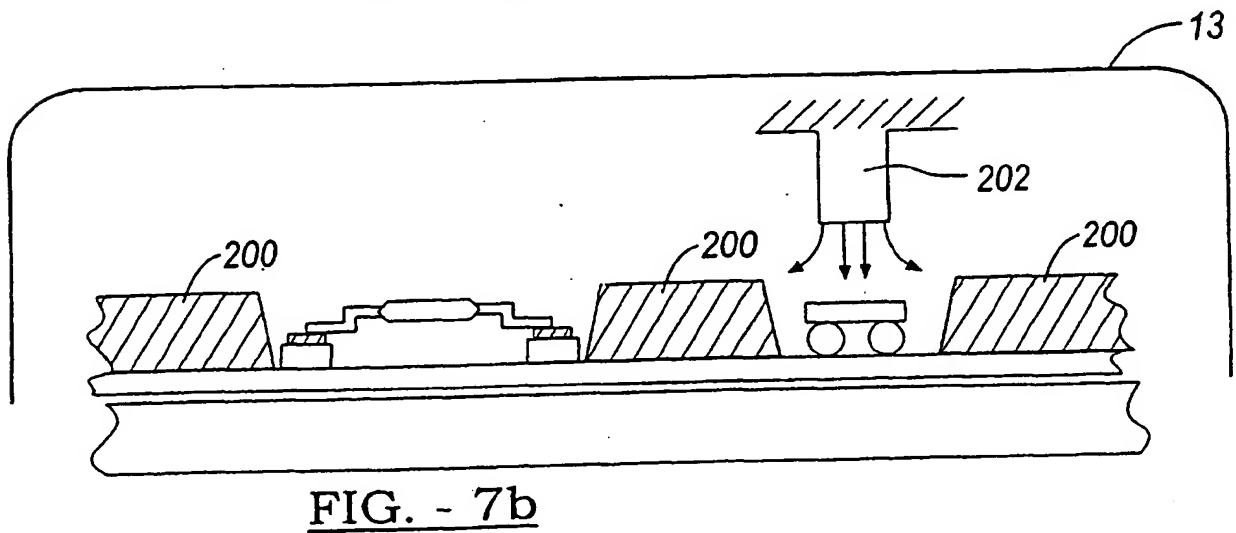
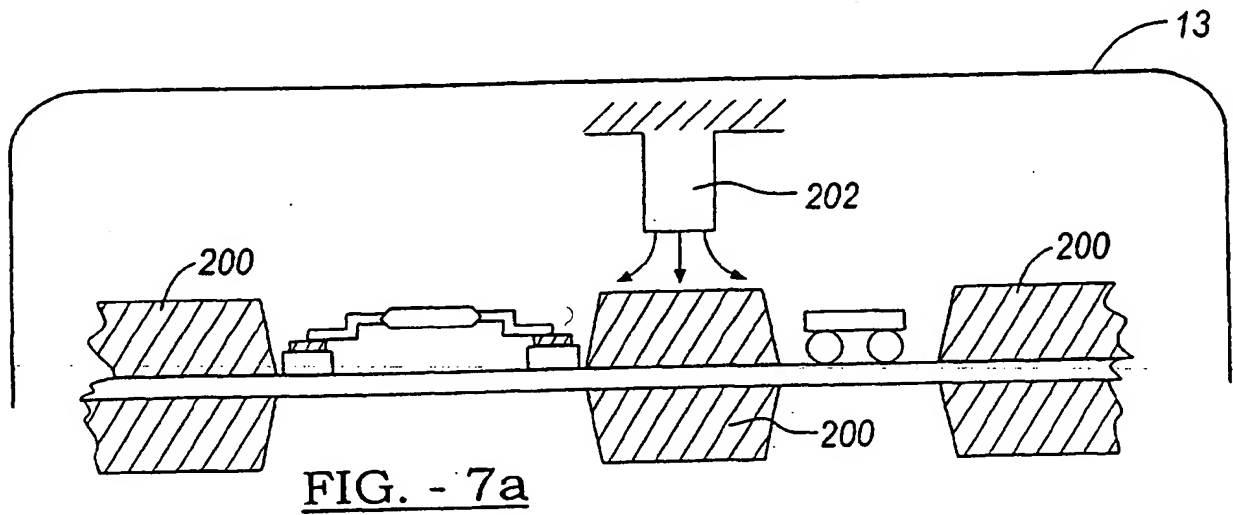
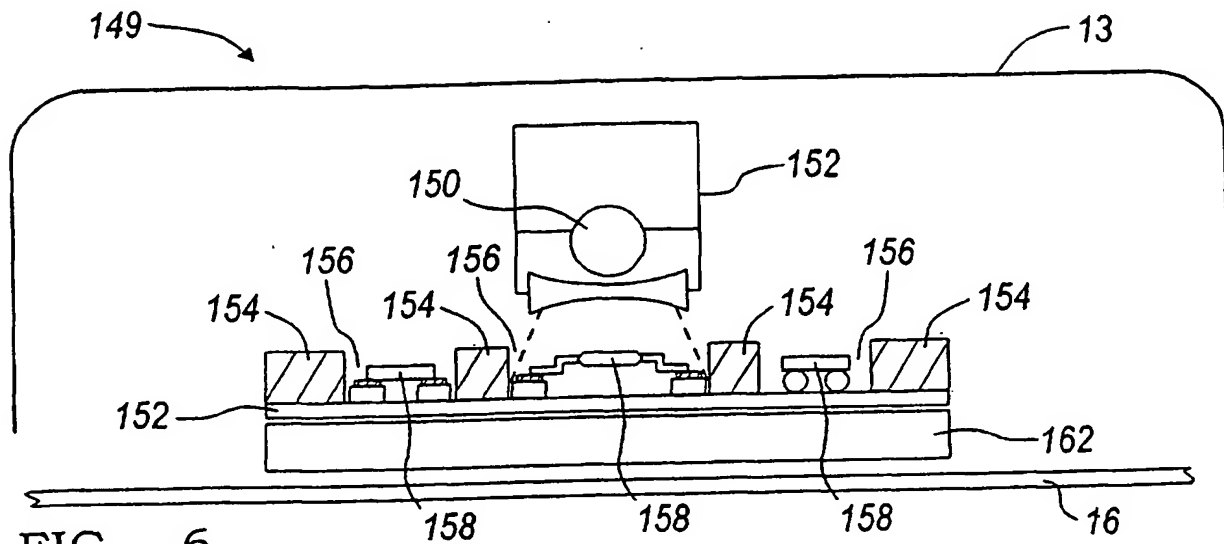


FIG. - 5



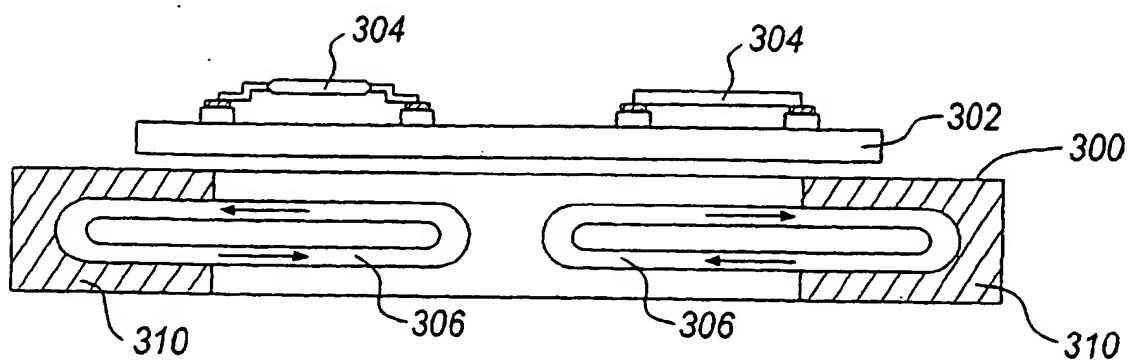


FIG. - 8

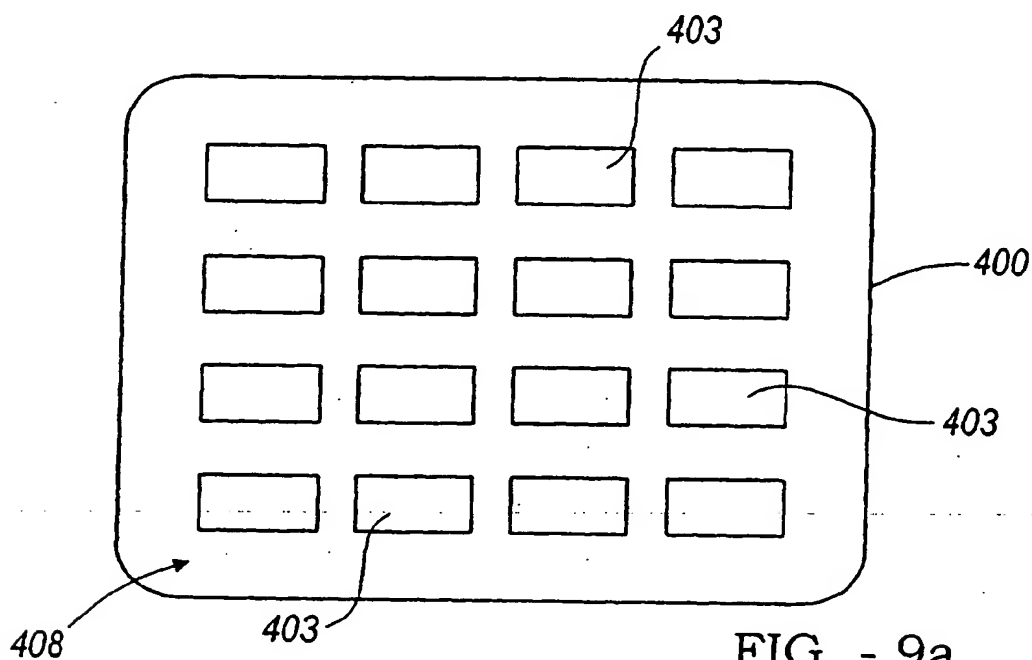


FIG. - 9a

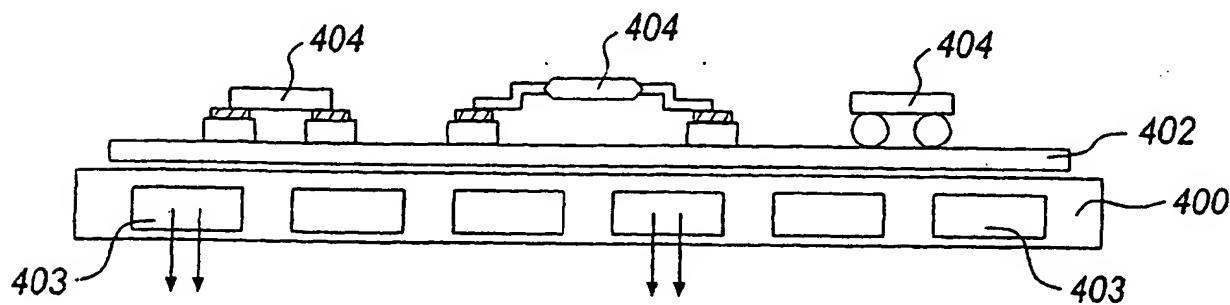


FIG. - 9b

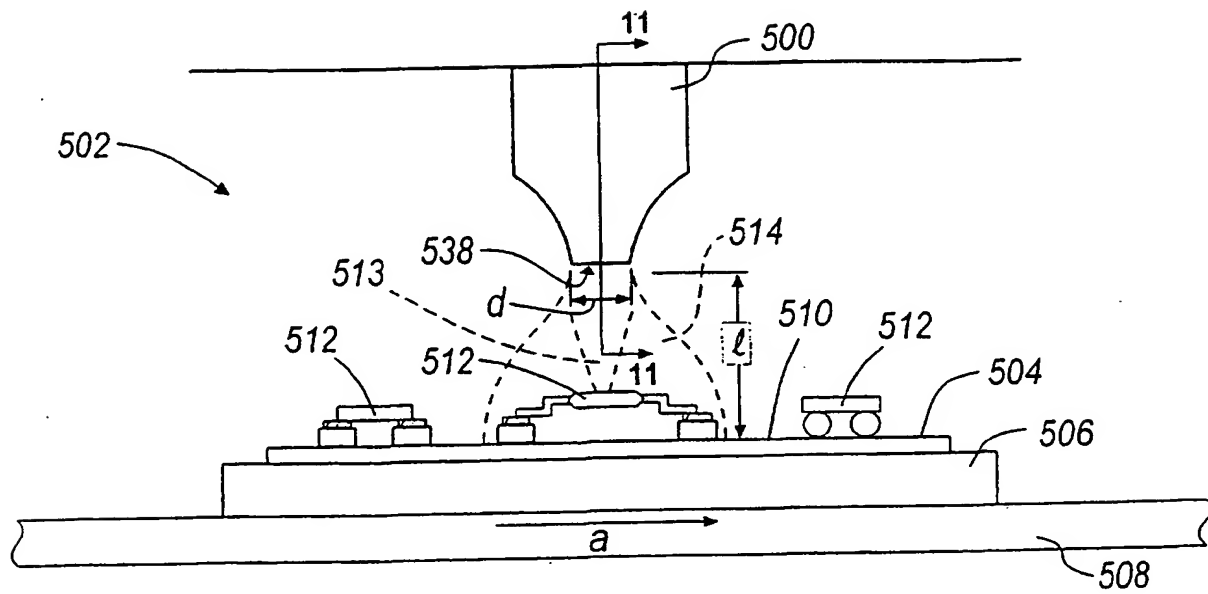


FIG. - 10

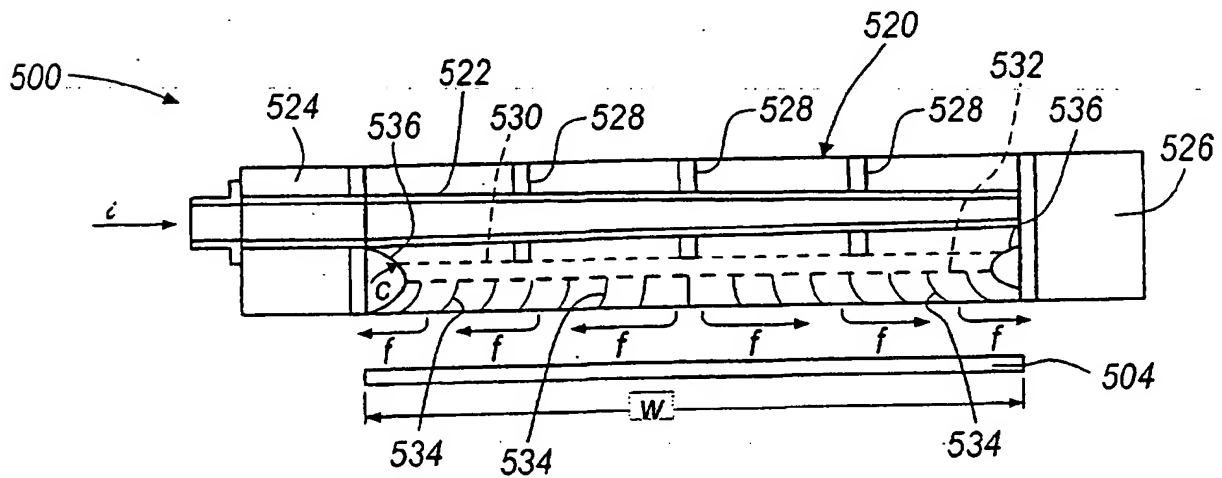


FIG. - 11